

Quantitative Untersuchungen an der Rötelmaus, *Clethrionomys glareolus* (Schreber, 1780) ^{1, 2}

Von PETER LÖBMANN

Aus dem Dr. Senckenbergischen Anatomischen Institut der Universität Frankfurt am Main

Direktor: Prof. Dr. med. D. Starck

Eingang des Ms. 17. 7. 1967

Einleitung, Problemstellung

In vorausgegangenen quantitativen Untersuchungen an Säugetieren und Vögeln konnte eine Reihe Autoren (Literatur s. u. a. RENSCH 1948, FRICK 1957 a, KLEMMT 1960, SEELIGER 1960, NORD 1963) nachweisen, daß bei Individuen der gleichen Spezies die Gewichte zahlreicher Organe in einem regelhaften Verhältnis zum Gesamtkörpergewicht stehen. Somit wurde die Auffassung von KLATT (1919) von verschiedenen Seiten bestätigt, wonach das Körpergewicht und die Gewichte von Herz, Leber, Nieren und einer Reihe anderer Organe eng korreliert sind.

Der harmonische Aufbau des Organismus von Individuen der gleichen Art wird nicht nur von genetischen Faktoren bestimmt, sondern hängt in wesentlichem Maße von der jeweiligen Umwelt ab. Die Relation Organgewicht : Körpergewicht kann nach den vorliegenden Untersuchungen u. a. vom Biotop (DAVIS 1949), der Populationsdichte (CROWCROFT u. ROWE 1961), der Jahreszeit der Geburt des Individuums (ADAMCZEWSKA 1961), den Phasen des Populationszyklus (H. u. D. CHITTY 1960) und der Nahrung (ZIMMERMANN 1950) beeinflußt werden.

Ausreichende Kenntnisse über die quantitativen Organverhältnisse einer Wildform ermöglichen nicht nur Aussagen über quantitative artspezifische Eigenheiten der jeweiligen Spezies und das Ausmaß der innerartlichen Variabilität, sondern erlauben auch einen Vergleich mit Werten, die man bei in Gefangenschaft gehaltenen Tieren der gleichen Art oder bei Haustiervarianten erhalten hat. Derartige Vergleiche lassen uns den Einfluß der veränderten Umwelt erkennen, erweitern unser Wissen über die die Organgrößen bestimmenden exogenen Faktoren und geben uns Hinweise für die Beurteilung des Domestikationsvorganges.

Die Reihe quantitativer Untersuchungen des Frankfurter Arbeitskreises an kleinen Nagetieren eröffnete KLEMMT (1960) mit *Apodemus sylvaticus*. SEELIGER (1960) lieferte mit der Bestimmung der Organ- und Körpergewichte der Albinomaus die Kontrollwerte für die Beurteilung des Einflusses exogener Faktoren auf die Organgewichte (CLASS 1961, FRICK 1962, ZEHNER 1967, MOLL 1967, SCHIRMER 1967) und für den Vergleich mit den Organgrößen eines kommensal lebenden Verwandten der domestizierten Albinomaus, der grauen Hausmaus (NORD 1963).

Das Ziel vorliegender Arbeit besteht darin — in Ergänzung der bisherigen quantitativen Untersuchungen von Vertretern der Unterfamilie Murinae — Organ- und Körpergewichte einer Wildpopulation der Microtinae zu bestimmen und damit gleich-

¹ Thema und Leitung der Arbeit: Prof. Dr. H. FRICK.

² Durchgeführt mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

zeitig Vergleichsdaten für eine spätere quantitative Analyse von Rötelmäusen zu schaffen, die über mehrere Generationen unter konstanten Gefangenschaftsbedingungen gehalten und somit neuen, für den Hausstand charakteristischen Einflüssen unterworfen wurden.

Material und Methode

Untersucht wurden 211 gesund erscheinende und in ihrem Verhalten unauffällige Individuen von *Clethrionomys glareolus* (120 ♂♂, 91 ♀♀). Gravidе oder laktierende Weibchen sind in dem Zahlenmaterial nicht enthalten.

Die Tiere wurden in der Zeit vom Juli bis Oktober 1963 im selben Biotop, einem Mischwald nahe Friedrichsdorf/Ts., mit Lebendfallen gefangen. Nach einer überdosierten, letalen Äthernarkose wurden die Tiere gewogen und nach der von KLEMMT (1960) angegebenen Methode einheitlich präpariert. Das Herz wurde an den Ein- und Austrittsöffnungen der großen Gefäße abgetrennt und nach sorgfältiger Entfernung aller Blutreste gewogen (Methode MÜLLER 1883), die Medulla oblongata in Höhe des Foramen occipitale magnum durchtrennt und das Gehirn aus dem Schädelcavum entnommen. Um ein Austrocknen zu verhindern, wurden alle Organe unmittelbar nach der Präparation gewogen (Ablesemöglichkeit an der Waage 1 mg). Körper-, Fett- und Lebergewichte wurden auf 10 mg auf- oder abgerundet, die restlichen Organgewichte auf 5 mg genau bestimmt.

Berechnungen

Die in unserer Untersuchungsreihe gewonnenen Ergebnisse wurden nach den Methoden der Allometrierechnung ausgewertet und mittels Varianzanalyse (KERMACK u. HALDANE 1950, KERMACK 1954, IMBRIE 1956) verglichen. ZEHNER (1967) hat die Berechnungen ausführlich dargelegt und diskutiert. Wir beschränken uns deshalb auf die Erläuterung der benutzten Symbole und führen die wichtigsten Formeln an.

Es bedeuten:

- x bzw. y = Körper- bzw. Organgewicht
- \bar{x} bzw. \bar{y} = Mittelwert der Absolutwerte
- $\pm \dots$ = dreifacher Wert des mittleren Fehlers des Mittelwertes (3- σ -Regel)
- n = Individuenzahl der Stichprobe
- X bzw. Y = $\log x$ bzw. $\log y$
- \bar{X} bzw. \bar{Y} = Mittelwert von ΣX bzw. ΣY
- s_X bzw. s_Y = Streuung von X bzw. Y
- s_X^2 bzw. s_Y^2 = Varianz von X bzw. Y
- r = Korrelationskoeffizient, Maß der stochastischen Abhängigkeit der beiden Variablen
- a = Regressionskoeffizient
- a = Allometriexponent, Diagonalgerade organischer Korrelation (WETTE 1959), reduzierte Hauptsache (KERMACK und HALDANE 1950, KERMACK 1954), a^* anderer Autoren
- s_a = Standardabweichung von a und a
- b bzw. b = Faktor b bzw. b der Allometriegleichung
- B bzw. B = $\log b$ bzw. $\log b$
- $a.$ = gemeinsamer Allometriexponent zweier Stichproben
- $s_{a.}$ = Standardabweichung von $a.$
- $B.$ = mit Hilfe von $a.$ errechneter $\log b.$ der einzelnen Stichproben

Formeln:

$$a = \frac{s_{XY}}{s_X^2}; \quad a = \frac{s_Y}{s_X}; \quad s_a = a \sqrt{\frac{1-r^2}{n}}$$

$$r = \frac{s_{XY}}{s_X s_Y}; \quad B = \bar{Y} - a \bar{X}; \quad B = \bar{Y} - a \bar{X}$$

Der Prüfquotient für die Beurteilung der Anstiegsdifferenz zweier Allometrie-geraden ist

$$z_{\text{Anstieg}} = \frac{a_1 - a_2}{\sqrt{s_{a_1}^2 + s_{a_2}^2}}$$

$$a = \frac{a_1 s_{a_2}^2 + a_2 s_{a_1}^2}{s_{a_1}^2 + s_{a_2}^2}; \quad s_a = \sqrt{\frac{s_{a_1}^2 s_{a_2}^2}{s_{a_1}^2 + s_{a_2}^2}}$$

$$B_{.1} = \bar{Y}_1 - a. \bar{X}_1; \quad B_{.2} = \bar{Y}_2 - a. \bar{X}_2$$

Der Prüfquotient für die Beurteilung der Lagedifferenz der beiden gerichteten Allo-metriegeraden ist

$$z_{\text{Lage}} = \frac{B_{.1} - B_{.2}}{s(B_{.1} - B_{.2})}$$

wobei sich die Streuung $s(B_{.1} - B_{.2})$ errechnet aus

$$s(B_{.1} - B_{.2})^2 = \frac{s_Y^2 + a.^2 s_X^2 - 2 a. s_X s_Y r_1}{n_1} + \frac{s_Y^2 + a.^2 s_X^2 - 2 a. s_X s_Y r_2}{n_2} + (\bar{X}_1 - \bar{X}_2)^2 s_{a.}^2$$

Ergebnisse

1. Körpergewichte

a. Bruttokörpergewichte

In Tabelle 1 sind die Extremwerte und die Mittelwerte des Bruttokörpergewichts der quantitativ untersuchten Rötelmäuse zusammengestellt³

Tabelle 1

	$x_{\min} - x_{\max}$	\bar{x}	\pm
♂♂	10,39 g — 29,50 g	19,36 g	0,91 g
♀♀	13,42 g — 29,64 g	19,68 g	1,12 g

³ Die Übersicht aller an unserer Stichprobe gewonnenen Meßwerte ist aus Gründen der Platzersparnis nicht in die Veröffentlichung aufgenommen. Eine Tabelle der Körper- und Organ-gewichte aller untersuchten Individuen ist im Dr. Senckenbergischen Anatomischen Institut Frankfurt/Main, Ludwig-Rehn-Straße 14 hinterlegt und kann von Interessenten angefordert werden.

Nach Untersuchungen von ZEJDA (1965) sind die in den Monaten Juli bis Oktober gefangenen Rötelmäuse in der Mehrzahl zwischen drei und sechs Monate alt. Für Tiere dieses Alters berechneten wir aus seinen Angaben als Variationsbreite:

	♂♂ (n = 507)	♀♀ (n = 459)
X_{\min}	13,0 g	13,5 g
X_{\max}	28,0 g	35,5 g
\bar{x}	19,7 g	20,1 g
\pm	0,36 g	0,49 g

Diese Mittelwerte unterscheiden sich nicht gesichert von den an unserem Material berechneten durchschnittlichen Bruttokörpergewichten. Wir glauben deshalb, für die Rötelmäuse unserer Stichprobe ebenfalls ein Alter zwischen drei und sechs Monaten annehmen zu dürfen.

b. Nettokörpergewichte

Für die Berechnung der Verhältnisse Organgewicht zu Körpergewicht ermittelten wir drei Bezugsgrößen:

- I. Nettokörpergewicht I (Nkg I) = Bruttokörpergewicht minus Gewicht von Magen-, Darm- und Blaseninhalt
- II. Nettokörpergewicht II (Nkg II) = Nkg I minus Gewicht von Haut- und Eingeweidefett (im folgenden Gesamtfett genannt)
- III. Nettokörpergewicht III (Nkg III) = Gewicht des exenterierten Körpers vor Entnahme des Gehirns.

Tabelle 2 gibt die Extremwerte und die Mittelwerte der drei Körpergewichtsgrößen für unser Material an.

Tabelle 2

	$x_{\min} - x_{\max}$	\bar{x}	\pm
♂♂ Nkg I	8,45 g — 25,34 g	16,48 g	0,79 g
Nkg II	8,04 g — 23,33 g	14,93 g	0,70 g
Nkg III	4,66 g — 13,31 g	8,60 g	0,39 g
♀♀ Nkg I	11,64 g — 24,02 g	16,72 g	0,95 g
Nkg II	10,85 g — 22,48 g	14,91 g	0,83 g
Nkg III	5,95 g — 13,24 g	8,60 g	0,47 g

Trotz größerer Variationsbreite bei den Männchen und unterschiedlicher Individuenzahl in beiden Geschlechtern sind die Nkg-Mittelwerte erstaunlich ähnlich.

Die Häufigkeitsverteilung der Individuen bei Nkg I, eingeteilt in Gruppen von 1,5-g-Klassenbreite, ist aus Abbildung 1 zu ersehen.

Die den Berechnungen der Allometriekonstanten zugrunde liegenden logarithmischen Werte für die Variable Körpergewicht sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

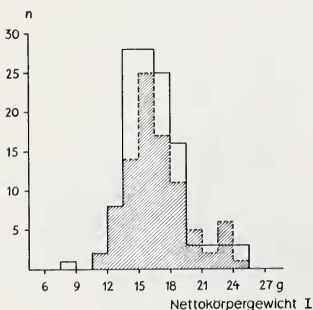


Abb. 1. Häufigkeitsverteilung der männlichen (————) und weiblichen (----- und schraffiert) Rötelmäuse für Nettokörpergewicht I

Tabelle 3

	♂ ♂			♀♀		
	Nkg I	Nkg II	Nkg III	Nkg I	Nkg II	Nkg III
X_{\min}	0,9269	0,9053	0,6684	1,0660	1,0354	0,7745
X_{\max}	1,4038	1,3679	1,1242	1,3806	1,3518	1,1219
\bar{X}	1,2109	1,1684	0,9291	1,2168	1,1675	0,9286
s_X	0,0722	0,0695	0,0663	0,0744	0,0719	0,0699
n	120			91		

2. Gesamtfett

Das Haut- und Eingeweidefett zeigt bei den einzelnen Individuen unserer Stichprobe beträchtliche Unterschiede. Das absolute Gewicht der Gesamtfettmenge variiert:

♂ ♂	♀♀
0,41 g — 3,47 g $\bar{y} = 1,55 \text{ g} \pm 0,16 \text{ g}$	0,60 g — 4,32 g $\bar{y} = 1,81 \text{ g} \pm 0,22 \text{ g}$

Der Unterschied der Mittelwerte war nach den in Tabelle 2 zusammengestellten Mittelwerten der Körpergewichte zu erwarten. Bei gleichem durchschnittlichen Nkg III für ♂ ♂ und ♀ ♀ sind die weiblichen Rötelmäuse fetter.

Entsprechend steigt das relative Gewicht des Gesamtfettanteils (berechnet aus Klassenmittelwerten, Klassenbreite für Nkg III 1 g) bei den männlichen Tieren von 13,0% (Nkg III = 6,63 g) auf 18,7% (Nkg III = 12,62 g), bei den weiblichen Tieren von 17,4% (Nkg III = 6,72 g) auf 21,7% (Nkg III = 11,51 g).

Die ermittelten Korrelationskoeffizienten von $r = 0,593$ für die Männchen und $r = 0,517$ für die Weibchen weisen auf eine regelhafte Beziehung zwischen Nettokörpergewicht III und Gesamtfettgewicht hin.

Die für die Beziehung Gesamtfett zu Nkg III errechneten Ergebnisse und statistischen Daten faßt Tabelle 4 zusammen.

Tabelle 4

	♂ ♂	♀♀		♂ ♂	♀♀
$\bar{Y}_{\text{Gesamtfett}}$	0,1609	0,2275	a	2,463	2,310
s_Y	0,1633	0,1616	s_a	0,1812	0,2073
r	0,593	0,517	B	0,8722 ₋₃	0,0820 ₋₂
a	1,460	1,194	b	0,0075	0,0121
$z_{\text{Anstieg}} = 0,55 < 1,96 (P_{0,05})$					

Der gefundene Prüfquotient für die Allometrieexponenten erlaubt die Berechnung eines gemeinsamen Allometrieexponenten

$$a. = 2,397 (s_{a.} = 0,1364).$$

Die damit ermittelten Werte für den Faktor b sind:

	♂ ♂	♀♀
$B.$	0,9337 ₋₃	0,0015 ₋₂
$b.$	0,0086	0,0100
	$z_{Lage} = 3,14 > 2,58 (P_{0,01})$	

Da der Prüfquotient die Signifikanzschränke überschreitet, ist die Wahrscheinlichkeit kleiner als 1%, daß der zwischen den beiden Geschlechtern beobachtete Unterschied im Gesamtfettanteil rein zufällig ist.

Die Gesamtfettmenge ist bei den weiblichen Rötelmäusen unseres Untersuchungsgutes statistisch gesichert größer als bei den männlichen Tieren. Aus diesem Grunde halten wir es für angebracht, bei der Bewertung der Organ-Körpergewichtsverhältnisse die Ergebnisse aller drei Bezugssysteme zur Beurteilung heranzuziehen.

3. Organgewichte

a. Gehirn

Als Variationsbreite des absoluten Hirngewichts fanden wir bei unserem Material für:

♂ ♂	♀♀
0,485 g — 0,640 g	0,490 g — 0,650 g
$\bar{y} = 0,579 \text{ g} \pm 0,009 \text{ g}$	$\bar{y} = 0,559 \text{ g} \pm 0,010 \text{ g}$

Der Mittelwert der Hirngewichte liegt bei den männlichen Tieren deutlich höher als bei den weiblichen Individuen.

Bei den relativen Hirngewichten kommt diese Differenz in den ausgewählten Gewichtsklassen eindeutig nur für Nkg III als Bezugsgröße zum Ausdruck:

	Gewichtsklasse in g	Hirngewicht in %	
		♂ ♂	♀♀
Nkg I	12,0—13,5	4,23	4,48
	18,0—19,5	3,11	3,02
Nkg II	10,5—12,0	4,60	4,78
	16,5—18,0	3,36	3,31
Nkg III	6,0—7,0	8,22	7,96
	11,0—12,0	5,25	4,95

Der Vergleich der relativen Hirngewichte (bezogen auf Nkg I) mit den Werten, die die anderen Mitarbeiter unseres Arbeitskreises für die entsprechenden Gewichtsklassen mitteilen, zeigt eine erstaunliche Ähnlichkeit zwischen unserem Material und den von KLEMMT untersuchten *Apodemus sylvaticus*.

Dagegen liegen die relativen Hirngewichte von *Mus musculus* (NORD) und Albinomäus (SEELIGER) deutlich niedriger.

Für alle drei Spezies konnten die Untersucher keinen Unterschied im Hirngewichtsanteil zwischen männlichen und weiblichen Individuen sichern.

An dieser Stelle erhebt sich nun die Frage, ob es bei unserem Material überhaupt sinnvoll ist, das sicherlich doch zu einem großen Teil altersabhängige Hirngewicht nur in seiner Relation zum Körpergewicht zu berechnen. Wie ZEJDA (1965) an seinem sehr umfangreichen Material von *Clethrionomys glareolus* feststellte, wird das Körpergewicht dieser Tiere weitaus mehr durch die Geschlechtsaktivität als durch das Alter bestimmt. Seine geschlechtsaktiven Individuen sind durchschnittlich um 5 g schwerer als gleichalte geschlechtsinaktive Tiere. In welchem Maße sich die einzelnen Körper-

gewichtsanteile durch den Zustand der Geschlechtsaktivität verändern, wurde nicht untersucht. In der Gruppe der 3 bis 6 Monate alten Rötelmäuse fand ZEJDA bei den Männchen 60% geschlechtsinaktive Individuen, bei den Weibchen 48%. Für geschlechtsinaktive Tiere stellte er eine Korrelation

	Gewichtsklasse in g	Hirngewicht in %	
		♂ ♂	♀ ♀
<i>Apodemus sylvaticus</i>	12,0—13,0	4,58	4,46
	19,0—20,0	3,13	3,04
<i>Mus musculus</i>	12,0—13,5	3,13	3,08
	18,0—19,5	2,37	2,33
Albinomaus	12,0—13,5	3,23	3,21
	18,0—19,5	2,28	2,22

zwischen Gewicht und Alter aber nur bis zu einem Alter von vier Monaten fest. In den Fangmonaten Juli bis Oktober fand er in seinem Material einen wechselnden Prozentsatz voll geschlechtsaktiver Tiere. Bei unserer Stichprobe wurden keine diesbezüglichen Untersuchungen vorgenommen.

Auf Grund dieser Feststellungen überrascht es nicht, daß für das Hirngewicht die Korrelation zum Körpergewicht bei unserem Material sehr niedrig ist. Die Korrelationskoeffizienten sind bei einer Signifikanzwahrscheinlichkeit von 0,05 zwar von Null verschieden, aber mit Werten von 0,3 bis 0,4 erheblich niedriger als bei den anderen untersuchten Organen und auch wesentlich niedriger als die Werte, die andere Autoren bei Untersuchungen an Nagetieren finden. So liegen die Korrelationskoeffizienten für die weiblichen Tiere bei *Apodemus sylvaticus* ($n = 98$), *Mus musculus* ($n = 160$) und Albinomaus ($n = 99$) alle zwischen 0,7 und 0,8; für die männlichen Tiere dieser drei Untersuchungsreihen liegen die Korrelationskoeffizienten jeweils zwischen 0,6 und 0,7 (*Apodemus sylvaticus* $n = 143$, *Mus musculus* $n = 138$, Albinomaus $n = 105$).

Trotzdem berechneten wir auch hier die üblichen allometrischen und statistischen Daten, die Tabelle 5 angibt.

Tabelle 5

\bar{Y}_{Gehirn} s_Y	♂ ♂			♀ ♀		
	0,7619 ₋₁ 0,0253			0,7468 ₋₁ 0,0237		
	Nkg I	Nkg II	Nkg III	Nkg I	Nkg II	Nkg III
r	0,358	0,356	0,384	0,329	0,398	0,380
a	0,126	0,130	0,147	0,105	0,131	0,129
s_a	0,0299	0,0311	0,0322	0,0315	0,0317	0,0328
B	0,6099 ₋₁	0,6105 ₋₁	0,6256 ₋₁	0,6193 ₋₁	0,5935 ₋₁	0,6272 ₋₁
b	0,4073	0,4089	0,4223	0,4162	0,3922	0,4238

Für das Verhältnis Hirngewicht : Körpergewicht geben wir als Wert für den Anstieg den einfachen Regressionskoeffizienten a an. Dieser entspricht bei sehr niedrigen Werten des Allometriexponenten dem orthogonalen Regressionskoeffizienten (Hauptachse der Toleranzellipse, s. Documenta Geigy, Wissenschaftliche Tabellen, 6. Auflage 1960, S. 170.₁₃, 19D) besser als der Wert der Diagonalgeraden organischer Korrelation = a .

Die bisher in der Literatur veröffentlichten innerartlichen Hirnexponenten a (KLATT 1921, VON BERTALANFFY u. PIROZYNSKI 1952, HERRE 1955, FRICK 1958, RÖHRS 1959, KLEMMT 1960, SEELIGER 1960, NORD 1963, SYKORA, WILDT und HRADIL 1965) liegen jeweils zwischen 0,15 und 0,33.

Ein Vergleich unserer Maßzahlen sowohl untereinander als auch gegen die Werte anderer Untersuchungsreihen muß unterbleiben, da das Körpergewicht als Bezugssystem für die Beurteilung des Hirngewichtes bei *Clethrionomys glareolus* aus den oben angeführten Gründen nicht geeignet ist.

b. Herz

Das absolute Gewicht des Herzens variiert in unserem Material:

♂ ♂	♀♀
0,050 g — 0,185 g $\bar{y} = 0,112 \text{ g} \pm 0,006 \text{ g}$	0,085 g — 0,175 g $\bar{y} = 0,115 \text{ g} \pm 0,006 \text{ g}$

Bei allen drei Bezugssystemen (Nkg I, II, III) ändert sich das relative Herzgewicht mit zunehmendem Körpergewicht nur wenig, und die Unterschiede zwischen den männlichen und weiblichen Rötelmäusen sind gering.

Ähnlich sind die Beobachtungen, die NORD in den entsprechenden Gewichtsklassen für das relative Herzgewicht bei *Mus musculus* macht. Dagegen nimmt in den Vergleichsklassen bei *Apodemus sylvaticus* (KLEMMT) das relative Herzgewicht mit steigendem Körpergewicht deutlich ab. Die von SEELIGER für die Albinomaus errechneten relativen Herzgewichte folgen in dem ausgewählten Gewichtsbereich auch der Reihenregel, die Abnahme des relativen Herzgewichtes mit steigendem Nkg I ist aber

nicht so groß wie bei *Apodemus sylvaticus*. Geschlechtsunterschiede im Herzverhältnis werden von keinem der drei Untersucher angegeben. Bei *Mus musculus* liegen die relativen Herzgewichte in der gleichen Größenordnung wie bei der Rötelmaus; bei *A. sylvaticus* liegen sie um etwa 2 ‰ höher, bei Albinomaus etwa um 1 ‰ niedriger.

Andere für verschiedene Säuger- und Vogelarten und den Menschen vorliegende Beobachtungen zeigen für männliche Individuen das höhere Herzverhältnis (ROTHE 1934, KOPEČ 1939, FRICK 1957, KLATT 1919, ROBINSON 1748, HESSE 1921, REID 1843, MÜLLER 1883); dagegen findet HESSE (1921) bei *Falco peregrinus*, *Cypselus apus* und *Crocicidura russula* bei den weiblichen Tieren das relativ schwerere Herz.

Die Korrelationskoeffizienten bestätigen für alle drei Bezugssysteme eine enge Bindung des Organgewichtes an das Körpergewicht. Die Ergebnisse der allometrischen Berechnungen und die statistischen Maßzahlen sind in Tab. 6 zusammengestellt.

	Gewichtsklasse in g	Herzgewicht in ‰	
		♂ ♂	♀♀
<i>Apodemus sylvaticus</i>	12,0—13,0	8,84	8,75
	19,0—20,0	7,69	7,22
<i>Mus musculus</i>	12,0—13,5	6,95	7,01
	18,0—19,5	6,94	6,69
Albinomaus	12,0—13,5	5,91	5,95
	18,0—19,5	5,37	5,34

Tabelle 6

\bar{Y}_{Herz} s_Y	$\sigma \sigma$			♀♀		
	0,0416 ₋₁			0,0524 ₋₁		
	0,0769			0,0739		
	Nkg I	Nkg II	Nkg III	Nkg I	Nkg II	Nkg III
r	0,877	0,878	0,881	0,900	0,902	0,898
a	0,934	0,972	1,022	0,895	0,927	0,949
a	1,065	1,107	1,160	0,994	1,028	1,057
s_a	0,0466	0,0483	0,0501	0,0454	0,0465	0,0488
B	0,7523 ₋₃	0,7481 ₋₃	0,9637 ₋₃	0,8430 ₋₃	0,8523 ₋₃	0,0710 ₋₂
b	0,0057	0,0056	0,0092	0,0070	0,0071	0,0118

Die Prüfung auf Unterschied der jeweiligen Allometrieexponenten für männliche und weibliche Tiere ergab keine Anstiegsdifferenzen.

$$\begin{aligned} \text{Nkg I } z_{\text{Anstieg}} &= 1,09 \\ \text{Nkg II } z_{\text{Anstieg}} &= 1,18 < 1,96 \text{ (P}_{0,05}\text{)} \\ \text{Nkg III } z_{\text{Anstieg}} &= 1,48 \end{aligned}$$

Die daraufhin errechneten gemeinsamen Organexponenten sind für

$$\begin{aligned} \text{Nkg I } a. &= 1,028 \quad s_a. = 0,0325 \\ \text{Nkg II } a. &= 1,066 \quad s_a. = 0,0335 \\ \text{Nkg III } a. &= 1,107 \quad s_a. = 0,0350 \end{aligned}$$

Die zugehörigen Werte für den Faktor b . betragen:

	$\sigma \sigma$		♀♀	
	B.	b.	B.	b.
Nkg I	0,7964 ₋₃	0,0063	0,8011 ₋₃	0,0063
Nkg II	0,7961 ₋₃	0,0063	0,8079 ₋₃	0,0064
Nkg III	0,0129 ₋₂	0,0103	0,0243 ₋₂	0,0106

Alle drei Prüfquotierungen für den Unterschied der Lage bleiben unter dem Wert der Signifikanzschränke:

$$\begin{aligned} \text{Nkg I } z_{\text{Lage}} &= 0,96 \\ \text{Nkg II } z_{\text{Lage}} &= 2,41 < 2,58 \text{ (P}_{0,01}\text{)} \\ \text{Nkg III } z_{\text{Lage}} &= 2,33 \end{aligned}$$

Wie KLEMMT, SEELIGER und NORD finden auch wir in unserem Material keinen eindeutigen Geschlechtsunterschied für das Herzgewicht, allerdings bezogen sich die angeführten Analysen jeweils nur auf den einfachen Regressionskoeffizienten a und auf die Beziehungen Herzgewicht zu Nkg I. Die Werte für Nkg II und Nkg III unseres Materials scheinen in Richtung auf ein höheres Herzgewicht der weiblichen Röteldmäuse zu weisen, die Bezugsgröße Nkg I, welche den Fettanteil noch beinhaltet, dürfte jedoch den physiologischen Gegebenheiten am besten Rechnung tragen.

Die bisher in der Literatur veröffentlichten Werte für den Regressionskoeffizienten a des Herzens liegen in der Mehrzahl zwischen 0,64 und 0,84. So findet HESSE (1921) für

die Waldmaus Herzexponenten von $a = 0,72$ für ♂♂, $a = 0,64$ für ♀♀; für Albinoratten liegen die von FRICK (1958, nach Gewichtsangaben von JACKSON), v. BERTALANFFY und PIROZYNSKI (1952), BRODY (1954), FRICK (1958, nach Daten von HATAI), HRADIL, WILDT und SÝKORA (1966) angegebenen Werte zwischen 0,75 und 0,83; KLATT (1919, nach Angaben von HESSE) errechnete für Maus und Ratte und für den Haushund Herzexponenten von $a = 0,82$ und $a = 0,84$. KLEMMT gibt für *Apodemus sylvaticus* als Anstiegswerte für die Regressionsgeraden $a = 0,65$ für ♂♂, $a = 0,64$ für ♀♀ an. Für die von NORD untersuchte Hausmausstichprobe liegen die entsprechenden Werte bei 0,83 und 0,75. SEELIGER gibt für die Albinomaus Herzexponenten von $a = 0,76$ für ♂♂, $a = 0,74$ für ♀♀ an. Lediglich der von FRICK (1957) nach Daten von HESSE für *Rattus norvegicus* berechnete Regressionskoeffizient liegt mit $a = 0,93$ höher.

Für *Clethrionomys glareolus* finden wir als Wert für den einfachen Allometrieexponenten des Herzens $a = 0,93$ für die männlichen Tiere, $a = 0,89$ für die weiblichen.

Ein Vergleich des von uns bevorzugten Herzexponenten $a =$ Diagonalgerade organischer Korrelation unserer Rötelmaus-Stichprobe ist vorerst nur mit dem Material der anderen Mitarbeiter unseres Frankfurter Arbeitskreises möglich, da für die von KLEMMT, NORD, SEELIGER, CLASS, FRICK, ZEHNER, MOLL und SCHIRMER untersuchten Nager auch die Werte für den Allometrieexponenten a vorliegen (Abbildung 2).

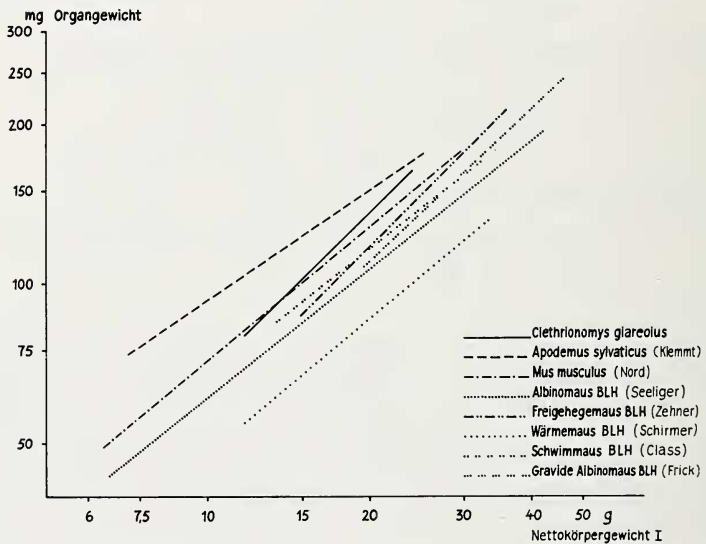


Abb. 2. Vergleich der Allometrie-geraden a für das Herzgewicht weiblicher Tiere bei Nettokörpergewicht I

Die Werte der Herzexponenten a liegen — von den graviden und den im Freigehege gehaltenen Albinomäusen abgesehen — bei den untersuchten Stichproben mehr oder minder deutlich unter den für die von uns untersuchten Rötelmäusen berechneten a -Werten (♂♂ = 1,06; ♀♀ = 0,99). In den meisten Fällen läßt sich sogar mit Hilfe der Varianzanalyse ein unterschiedlicher Anstieg der Allometrie-geraden statistisch sichern. Es fragt sich allerdings, ob der abweichende Herzexponent der Rötelmäuse sich nicht aus der Auswahl unserer Stichprobe ergibt, die ja nur einen kleinen Altersbereich und eine begrenzte Ausdehnung des Körpergewichtes umfaßt. Solange nicht geprüft ist, ob bei einer repräsentativen Stichprobe adulter Rötelmäuse, deren Körpergewicht stärker

	♂ ♂		♀♀	
<i>Apodemus sylvaticus</i>	$a = 0,71$	$r = 0,915$	$a = 0,69$	$r = 0,913$
<i>Mus musculus</i>	0,95	0,876	0,84	0,893
Albinomaus BLH	0,86	0,878	0,80	0,927
Schwimmaus BLH	—	—	0,80	0,902
Gravide BLH	—	—	0,96	0,761
Freigehegemaus BLH	0,98	0,845	1,02	0,854
Fleischfresser BLH	—	—	0,74	0,873
Wärmemaus BLH	—	—	0,84	0,829
<i>Clethrionomys glareolus</i>	1,06	0,877	0,99	0,900

variiert, ähnlich hohe Herzexponenten vorliegen, läßt sich der Unterschied zu den bisher untersuchten Murinae nicht sicher werten.

c. Lunge

Die absoluten Lungengewichte variieren:

♂ ♂	♀♀
0,070 g — 0,285 g	0,090 g — 0,220 g
$\bar{y} = 0,135 \text{ g} \pm 0,008 \text{ g}$	$\bar{y} = 0,140 \text{ g} \pm 0,009 \text{ g}$

Das relative Lungengewicht zeigt ein uneinheitliches Bild. Der Vergleich der relativen Werte ausgewählter Gewichtsklassen zeigt für die drei Bezugssysteme unterschiedliche Schwankungen zwischen den einzelnen Gewichtsklassen und bei Nkg II und III Differenzen zwischen den Geschlechtern.

Die relativen Lungengewichte, die KLEMMT für *Apodemus sylvaticus* angibt, eignen sich nicht zum Vergleich, da die Tiere in Schlagfallen gefangen wurden und erst mehrere Stunden nach Eintritt des Todes präpariert und gewogen wurden. Die relativen Lungengewichte bei *Mus musculus* (NORD) und Albinomaus (SEELIGER), alle bezogen auf Nkg I, liegen in der gleichen Größenordnung wie bei *Clethrionomys glareolus*. Auch hier finden wir erhebliche Schwankungen zwischen den Werten benachbarter Gewichtsklassen, die wahrscheinlich auf dem unterschiedlichen Blutgehalt des Organs beruhen.

SEELIGER findet für die Albinomaus keine Geschlechtsdifferenz der Lungenge-

	Gewichtsklasse in g	Lungengewicht in ‰	
		♂ ♂	♀♀
Nkg I	12,0—13,5	8,46	8,79
	18,0—19,5	7,78	8,21
Nkg II	10,5—12,0	9,88	9,38
	16,5—18,0	7,89	9,79
Nkg III	6,0—7,0	15,84	15,63
	11,0—12,0	15,49	16,94

	Gewichtsklasse in g	Lungengewicht in ‰	
		♂ ♂	♀♀
<i>Apodemus sylvaticus</i>	12,0—13,0	12,85	13,52
	19,0—20,0	10,26	21,66
<i>Mus musculus</i>	12,0—13,5	8,49	8,96
	18,0—19,5	7,47	9,10
Albinomaus	12,0—13,5	8,66	8,63
	18,0—19,5	7,78	10,95

wichte, KOPEĆ (1939) beobachtete bei männlichen Tieren höhere Relativwerte der Lunge, während NORD für *Mus musculus* bei den Weibchen höhere Absolut- und Relativwerte angibt.

Die Korrelationskoeffizienten zeigen an unserem Material eine enge Bindung zwischen Lungen- und Körpergewicht, jedoch sind sie für die Männchen trotz größerer Individuenzahl niedriger als für die Weibchen.

In Tabelle 7 sind die Ergebnisse und Maßzahlen der allometrischen Berechnungen für die Beziehung Lungengewicht zu Körpergewicht zusammengestellt.

Tabelle 7

\bar{Y}_{Lunge} s_Y	$\sigma \sigma$ 0,1235 ₋₁ 0,0820			♀♀ 0,1366 ₋₁ 0,0871		
	Nkg I	Nkg II	Nkg III	Nkg I	Nkg II	Nkg III
r	0,724	0,734	0,738	0,813	0,846	0,888
a	0,821	0,866	0,912	0,953	1,025	1,106
α	1,135	1,180	1,237	1,172	1,212	1,246
s_a	0,0715	0,0732	0,0762	0,0715	0,0677	0,0600
B	0,7493 ₋₃	0,7448 ₋₃	0,9746 ₋₃	0,7110 ₋₃	0,7220 ₋₃	0,9797 ₋₃
b	0,0056	0,0056	0,0094	0,0051	0,0053	0,0095

Die Allometrieexponenten für die Lunge der männlichen und weiblichen Rötelmäuse zeigen bei Prüfung auf Unterschiede im Anstieg keine zu sichernden Differenzen:

$$\begin{aligned} \text{Nkg I } z_{\text{Anstieg}} &= 0,36 \\ \text{Nkg II } z_{\text{Anstieg}} &= 0,32 \\ \text{Nkg III } z_{\text{Anstieg}} &= 0,10 \end{aligned} < 196 (P_{0,05})$$

Für männliche und weibliche Tiere errechneten wir die gemeinsamen Organexponenten

$$\begin{aligned} \text{Nkg I } a. &= 1,153 & s_{a.} &= 0,0506 \\ \text{Nkg II } a. &= 1,197 & s_{a.} &= 0,0497 \\ \text{Nkg III } a. &= 1,242 & s_{a.} &= 0,0472 \end{aligned}$$

Die daraus resultierenden Werte für Faktor b . sind:

	$\sigma \sigma$		♀♀	
	$B.$	$b.$	$B.$	$b.$
Nkg I	0,7271 ₋₃	0,0053	0,7334 ₋₃	0,0054
Nkg II	0,7249 ₋₃	0,0053	0,7390 ₋₃	0,0055
Nkg III	0,9693 ₋₃	0,0093	0,9830 ₋₃	0,0096

Die zugehörigen Prüfquotienten für die Lage überschreiten nicht den Wert der Signifikanzschränke:

$$\begin{aligned} \text{Nkg I } z_{\text{Lage}} &= 0,80 \\ \text{Nkg II } z_{\text{Lage}} &= 1,80 \\ \text{Nkg III } z_{\text{Lage}} &= 1,99 \end{aligned} < 2,58 (P_{0,01})$$

Wir finden somit keinen Anhalt für eine Sexualdifferenz im Organ-Körpergewichts-verhältnis für die Lunge.

Aus den Untersuchungen der Mitarbeiter unseres Arbeitskreises liegen jetzt für die Beziehung Lungengewicht : Nettokörpergewicht I folgende Werte für den Allometrie-exponenten vor:

	♂ ♂		♀♀	
<i>Mus musculus</i>	$a = 0,89$	$r = 0,825$	$a = 0,91$	$r = 0,850$
Albinomus BLH	0,89	0,775	0,84	0,860
Freigehegemaus BLH	0,76	0,809	0,91	0,774
Fleischfresser BLH	—	—	0,75	0,789
Wärmemaus BLH	—	—	0,87	0,689
<i>Clethrionomys glareolus</i>	1,13	0,724	1,17	0,813

Die Übersicht zeigt, daß bei der Mehrzahl der Untersuchungen der Wert für den Allometrieexponenten bei 0,9 liegt (Abbildung 3). Bei unserer Stichprobe von *Clethrionomys glareolus* finden wir mit $a = 1,13$ für ♂♂ und $a = 1,17$ für ♀♀ erheblich höhere Organexponenten. Allerdings kann auch hier wieder nicht ausgeschlossen werden, daß diese höheren Werte sich durch die Stichprobenauswahl unseres Materials ergeben, das nicht unbedingt die Grundgesamtheit adulter Rötelmäuse repräsentiert.

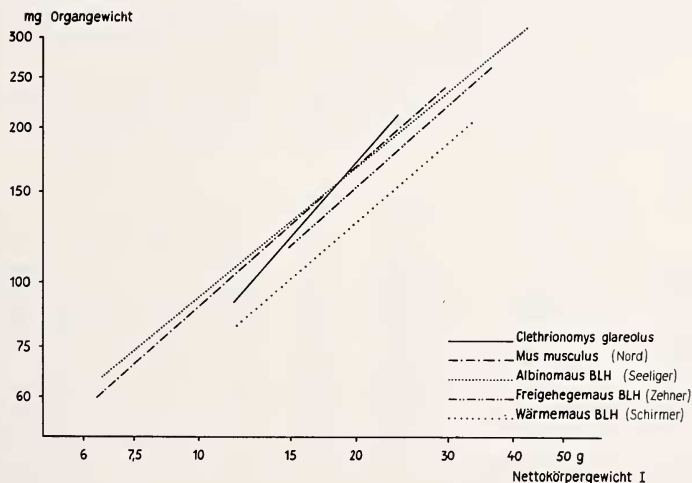


Abb. 3. Vergleich der Allometriegesamten a für das Lungengewicht weiblicher Tiere bei Nettokörpergewicht I

d. Leber

Die bei unserem Material gefundenen absoluten Lebergewichte variieren:

♂ ♂	♀♀
0,61 g — 2,27 g $\bar{y} = 1,40 \text{ g} \pm 0,09 \text{ g}$	0,70 g — 2,89 g $\bar{y} = 1,49 \text{ g} \pm 0,15 \text{ g}$

Auffallend ist hier das erheblich höhere maximale Lebergewicht bei den Weibchen, obwohl das höchste Körpergewicht in unserer Stichprobe von den Männchen erreicht wird.

Geschlechtsunterschiede zugunsten der weiblichen Tiere für das Verhältnis Lebergewicht zu Körpergewicht finden auch KLEMMT bei *Apodemus sylvaticus*, NORD bei *Mus musculus*, ROTHE (1934) für die graue und die weiße Hausmaus, RENSCH (1948) für verschiedene Kleinsäuger, KOPEĆ (1939) für gescheckte Mäuse und HARDE (1954/55) für Albinomäuse zweier verschieden großer Rassen. Dagegen gibt SEELIGER für die Männchen der Albinomaus das etwas höhere Leberverhältnis an, wie es auch JACKSON (1913/14) bei der Albinoratte findet.

Bei unserem Material sind in der niedrigsten von beiden Geschlechtern besetzten Gewichtsklasse von 10,5 bis 12,0 g Nkg I die Mittelwerte mit 0,83 g (= 7,0%) für die Leber der männlichen Tiere und mit 0,81 g (= 6,9%) für die der Weibchen fast gleich. In den beiden folgenden Gewichtsklassen haben die Männchen noch das höhere relative Lebergewicht, ab 15 g Nkg I steigen die Werte für die Leber der Weibchen dann aber deutlich schneller an. In der höchsten gemeinsam besetzten Gewichtsklasse 22,5 bis 24,0 g Nkg I erreichen die Werte für die Leber der Männchen 2,08 g (= 8,8%) und für die der Weibchen 2,32 g (= 10,1%).

Auch bei der Waldmaus (KLEMMT), der grauen Hausmaus (NORD) und der Albinomaus (SEELIGER) sind in den unteren Körpergewichtsklassen die Lebergewichte für männliche und weibliche Tiere nicht unterschiedlich. Bei schweren Individuen haben dann aber, entsprechend der Differenz der Leberexponenten, die weiblichen Tiere der Waldmaus und der grauen Hausmaus deutlich höhere absolute und relative Leber-

gewichte, während bei der Albinomaus die Männchen das etwas höhere Absolut- und Relativgewicht für die Leber aufweisen.

Für Nkg II unseres Materials zeigt sich das gleiche Leberverhalten wie für Nkg I. In den Gewichtsklassen 10,5 bis 12,0 g und 12,0 bis 13,5 g liegen die höheren Werte mit 1,03 g (= 8,8%) und 1,20 g (= 9,3%) bei den Männchen (für weibliche Tiere 0,95 g = 8,5% und 1,18 g = 9,1%). In der höchsten gemeinsam besetzten

	Gewichtsklasse in g	Lebergewicht in g	%
<i>Apodemus sylvaticus</i>	11,0—12,0	0,87	7,6
		0,91	7,8
	22,0—23,0	1,36	6,1
		1,80	8,1
<i>Mus musculus</i>	6,0— 7,5	0,38	5,3
		0,36	5,2
	21,0—22,5	1,32	6,1
		1,63	7,5
<i>Albinomaus</i>	9,0—10,5	0,60	6,1
		0,58	6,0
	24,0—25,5	1,59	6,4
		1,43	5,8

ten Klasse 19,5 bis 21,0 g Nkg II ist das durchschnittliche Lebergewicht für die männlichen Rötelmäuse 1,74 g (= 8,7%) gegenüber 2,31 g (= 11,5%) für die weiblichen Tiere.

Berechnet man das relative Organgewicht für Nkg III, so findet man bei den Männchen ein Absinken des relativen Lebergewichtes von 17,3% in Gewichtsklasse 6 bis 7 g Nkg III auf 15,0% in Gewichtsklasse 11 bis 12 g Nkg III, bei den Weibchen dagegen steigen die entsprechenden Werte von 14,9% auf 18,2% an.

Besser als durch solche Mittelwerte werden die bei Veränderung des Körpergewichtes auftretenden Proportionsverschiebungen des Organs durch die Ergebnisse der allometrischen Auswertung ausgedrückt (Tabelle 8).

Für alle drei Bezugssysteme zeigen die Korrelationskoeffizienten eine enge Abhängigkeit des Organgewichts vom Körpergewicht. Die Organexponenten für die weib-

Tabelle 8

\bar{Y}_{Leber} s_Y	♂ ♂			♀♀		
	0,1350			0,1534		
	0,0998			0,1316		
	Nkg I	Nkg II	Nkg III	Nkg I	Nkg II	Nkg III
r	0,719	0,738	0,636	0,760	0,780	0,637
a	0,994	1,060	0,958	1,345	1,428	1,200
α	1,382	1,437	1,506	1,770	1,830	1,882
s_d	0,1080	0,0886	0,1061	0,1205	0,1200	0,1520
B	0,4612 ₋₂	0,4556 ₋₂	0,7356 ₋₂	0,0001 ₋₂	0,0167 ₋₂	0,4059 ₋₂
b	0,0289	0,0286	0,0544	0,0100	0,0104	0,0255

lichen Tiere liegen deutlich höher als die für die männlichen Tiere. Die Anstiegsunterschiede werden durch die Prüfquotienten der Varianzanalyse bestätigt.

$$\text{Nkg I } z_{\text{Anstieg}} = 2,70$$

$$\text{Nkg II } z_{\text{Anstieg}} = 2,63 \quad > 1,96 \quad (P_{0,05})$$

$$\text{Nkg III } z_{\text{Anstieg}} = 2,03$$

Eine Differenz der Leberexponenten zugunsten der weiblichen Tiere ist somit höchstwahrscheinlich. Zumindest in den höheren Gewichtsklassen haben weibliche Tiere eine schwerere Leber als männliche Rötelmäuse gleichen Körpergewichtes.

Solche Differenzen zwischen den Werten des Leberexponenten für männliche und weibliche Tiere finden aus unserem Arbeitskreis auch KLEMMT, NORD und ZEHNER.

	♂ ♂		♀♀	
<i>Apodemus sylvaticus</i>	$a = 0,93$	$r = 0,832$	$a = 1,04$	$r = 0,913$
<i>Mus musculus</i>	1,30 ¹	0,871 ¹	1,48	0,862
Albinomaus BLH	1,17	0,942	1,05	0,946
Schwimmaus BLH	—	—	1,21	0,765
Gravide BLH	—	—	1,28	0,687
Freigehegemaus BLH	0,98	0,894	1,30	0,778
Fleischfresser BLH (150—180 Tage alt)	—	—	1,21	0,567
Fleischfresser BLH (über 400 Tage alt)	—	—	1,46	0,432
Wärmemaus BLH	—	—	1,24	0,805
<i>Clethrionomys glareolus</i>	1,38	0,719	1,77	0,760

¹ Bei den von NORD veröffentlichten Werten liegt für a und r ein Rechenfehler vor, der hier berichtigt wurde.

Auch für die Leber der untersuchten Rötelmausstichprobe liegen die Allometrieexponenten höher als die bisher für Nager bekannten Werte (Abbildung 4). Von den für *Mus musculus* errechneten Werten unterscheiden sie sich nur zufällig. Die Prüfung der Organkoeffizienten ergibt, daß sowohl bei den Männchen als auch bei den Weibchen die Lebergewichte der Rötelmäuse gesichert größer sind als die gleichschwerer grauer Hausmäuse.

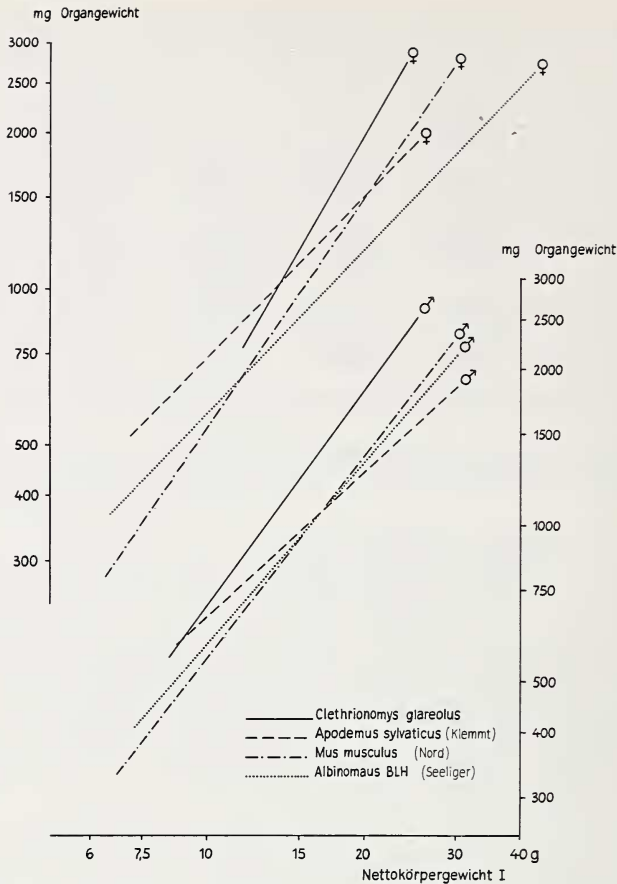


Abb. 4. Vergleich der Allometrie-geraden a für das Lebergewicht männlicher (rechte Ordinate) und weiblicher Tiere (linke Ordinate) bei Nettokörpergewicht I

e. Nieren

Die Variationsbreite des Nierengewichtes beträgt bei unserem Material für

♂ ♂	♀♀
0,130 g — 0,315 g	0,140 g — 0,290 g
$\bar{y} = 0,198 \text{ g} \pm 0,009 \text{ g}$	$\bar{y} = 0,205 \text{ g} \pm 0,011 \text{ g}$

Das relative Nierengewicht liegt bei den weiblichen Rötelmäusen in den Vergleichsklassen für Nkg I und Nkg II etwas höher als bei den Männchen; für Nkg III ergibt sich mit zunehmendem Körpergewicht bei den weiblichen Tieren eine stärkere Abnahme des relativen Nierengewichts als bei den männlichen Tieren.

Bei *Apodemus sylvaticus* (KLEMMT) folgen die Relativgewichte der Nieren der Reihenregel (HESSE 1921), zeigen aber erhebliche Schwankungen der Werte in benachbarten Gewichtsklassen. Die Weibchen haben ein etwas höheres Nierenverhältnis. Bei

Mus musculus (NORD) sind die Relativgewichte für die männlichen Individuen mit Schwankungen ansteigend, bei den Weibchen dagegen eher gleichbleibend. Bei schweren Tieren haben die Männchen deshalb das höhere Nierenverhältnis. Für die Albinomaus gibt SEELIGER bei männlichen Individuen

	Gewichtsklasse in g	Nierengewicht in ‰	
		♂ ♂	♀♀
Nkg I	12,0—13,5	12,30	13,99
	18,0—19,5	11,27	12,19
Nkg II	10,5—12,0	13,75	14,75
	16,5—18,0	12,57	13,82
Nkg III	6,0—7,0	24,13	24,55
	11,0—12,0	23,24	21,29

ansteigende, bei weiblichen abfallende Relativwerte an. Dadurch liegen auch hier die Nierengewichte schwerer Tiere bei den Männchen höher.

Bei hohem Körpergewicht finden schwerere Nieren bei den männlichen Individuen auch KLATT und VORSTEHER (1923) für Hunde, MACKEY und MACKEY (1927/28) für Albinoratte, ROTHE (1934), WARREN (1940), KOPEĆ (1939), RENSCH (1948) und HARDE (1954/55) für weiße, graue und gescheckte Mäuse. Das höhere Nierenverhältnis für weibliche Individuen gibt FRICK (1957 b) für einige äthiopische Säuger an.

Keine Unterschiede im Wachstum der Nieren zwischen beiden Geschlechtern beobachteten WILDT, ŠYKORA und HRADIL bei der Wistarratte.

Das Nierengewicht ist in unserem Material bei beiden Geschlechtern körperlengewichtsabhängig, wie dies die guten Korrelationskoeffizienten ausdrücken.

In Tabelle 9 sind die Werte der Allometrierechnung und die statistischen Maßzahlen für die Nieren zusammengestellt.

Tabelle 9

\bar{Y}_{Nieren} s_Y	♂ ♂			♀♀		
	0,2899 ₋₁			0,3065 ₋₁		
	0,0696			0,0714		
	Nkg I	Nkg II	Nkg III	Nkg I	Nkg II	Nkg III
r	0,759	0,798	0,760	0,758	0,773	0,739
a	0,732	0,800	0,798	0,728	0,767	0,754
a	0,964	1,003	1,051	0,960	0,993	1,021
s_a	0,0573	0,0551	0,0624	0,0657	0,0661	0,0721
B	0,1223 ₋₂	0,1185 ₋₂	0,3138 ₋₂	0,1382 ₋₂	0,1470 ₋₂	0,3583 ₋₂
b	0,0133	0,0131	0,0206	0,0138	0,0140	0,0228

Alle Prüfquotienten für die Nierenexponenten der männlichen und weiblichen Individuen bleiben weit unter dem Wert der Signifikanzschranke:

$$\begin{array}{ll}
 \text{Nkg I } z_{\text{Anstieg}} = 0,05 & \\
 \text{Nkg II } z_{\text{Anstieg}} = 0,11 & < 1,96 (P_{0,05}) \\
 \text{Nkg III } z_{\text{Anstieg}} = 0,31 &
 \end{array}$$

Deshalb ist die Bildung eines gemeinsamen Nierenexponenten erlaubt.

$$\begin{array}{ll}
 \text{Nkg I } a. = 0,962 & s_a. = 0,0432 \\
 \text{Nkg II } a. = 0,999 & s_a. = 0,0423 \\
 \text{Nkg III } a. = 1,038 & s_a. = 0,0472
 \end{array}$$

Die damit ermittelten Nierenkoeffizienten sind für

	♀♀		♂ ♂	
	<i>B.</i>	<i>b.</i>	<i>B.</i>	<i>b.</i>
Nkg I	0,1244 ₋₂	0,0133	0,1354 ₋₂	0,0137
Nkg II	0,1231 ₋₂	0,0133	0,1406 ₋₂	0,0138
Nkg III	0,3255 ₋₂	0,0212	0,3426 ₋₂	0,0220

Bei Prüfung auf Lageunterschied der Allometriegeraden übersteigt nur der Prüfquotient für Nkg II den Wert der Signifikanzschranke:

$$\begin{array}{ll}
 \text{Nkg I} & z_{\text{Lage}} = 1,62 \\
 \text{Nkg II} & z_{\text{Lage}} = 2,69 \quad 2,58 (P_{0,01}) \\
 \text{Nkg III} & z_{\text{Lage}} = 2,44
 \end{array}$$

Einen signifikant höheren Allometrieexponenten für die männlichen Tiere, wie ihn SEELIGER für die Albinomaus und NORD für *Mus musculus* angeben, finden wir in unserem Material somit nicht. Ein Unterschied im Faktor *b* zugunsten der weiblichen Tiere, wie KLEMMT ihn für *Apodemus sylvaticus* bei nicht unterschiedlichen Nierenexponenten findet, drückt sich bei unserer Stichprobe ebenfalls nicht deutlich aus. Lediglich für die Beziehung Nierengewicht zu Nkg II liegt der Prüfquotient für die Lage der gerichteten Allometriegeraden über dem Wert der Signifikanzschranke.

	♂ ♂		♀♀	
	<i>a</i>	<i>r</i>	<i>a</i>	<i>r</i>
<i>Apodemus sylvaticus</i>	0,94 ¹	0,910 ¹	1,02	0,895
<i>Mus musculus</i>	1,38	0,892	1,14	0,904
Albinomaus BLH	1,33	0,935	0,97	0,935
Schwimmaus BLH	—	—	1,06	0,847
Gravide BLH	—	—	1,08	0,759
Freihegegemaus BLH	1,19	0,917	1,14	0,828
Fleischfresser BLH	—	—	0,97	0,793
Wärmemaus BLH	—	—	1,12	0,739
<i>Clethrionomys glareolus</i>	0,96	0,759	0,96	0,758

¹ Bei den von KLEMMT veröffentlichten Werten liegt für *a* und *r* ein Rechenfehler vor, der hier berichtigt wurde.

Die für die Rötelmaus gefundenen Werte des Allometrieexponenten lassen einen Vergleich unserer Männchen mit den Männchen von *Apodemus sylvaticus* (KLEMMT) zu (Prüfquotient für den Anstieg = 0,30), allerdings haben die Männchen von *Clethrionomys glareolus* gesichert niedrigere Nierengewichte als die der Waldmaus (Prüfquotient für die Lage = 21,98, *b.* = 0,0138 bzw. *b.* = 0,0186). Bei den weiblichen Individuen ist ein Vergleich mit Waldmaus ($z_{\text{Anstieg}} = 0,74$, $z_{\text{Lage}} = 19,12$, *b.* = 0,0123 bzw. *b.* = 0,0180) und mit Albinomaus (SEELIGER) erlaubt ($z_{\text{Anstieg}} = 0,21$, $z_{\text{Lage}} = 2,39$). Auch Weibchen von *Apodemus sylvaticus* haben erheblich schwerere Nieren als gleichschwere weibliche Rötelmäuse, deren Nierengewicht sich wiederum von dem gleichschwerer Albinomäuse nur zufällig unterscheidet (Abbildung 5).

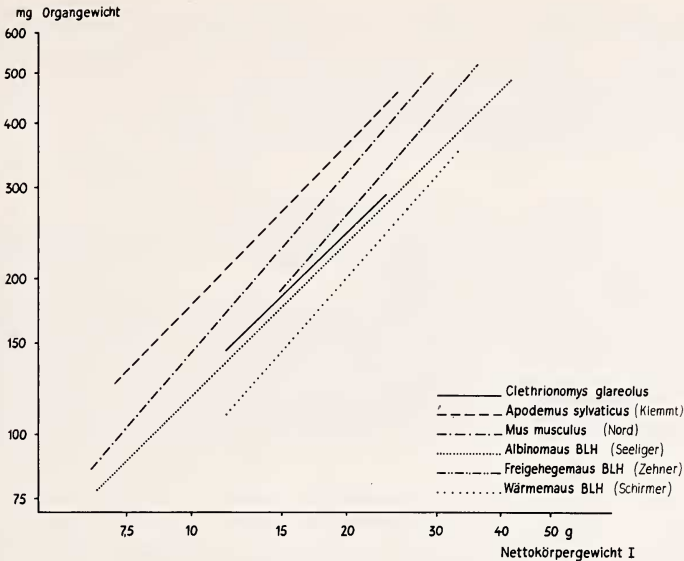


Abb. 5. Vergleich der Allometrieraden a für das Nierengewicht weiblicher Tiere bei Nettokörpergewicht I

Zusammenfassung

Von 211 Rötelmäusen (120 ♂♂, 91 ♀♀), die wir von Juli bis Oktober 1963 in einem Mischwald im Taunus mit Lebendfallen fingen, wurden Körper- und Organgewichte bestimmt. An Hand der Angaben von ZEJDA (1965) wurde für unser Material ein Alter von drei bis sechs Monaten angenommen.

Als Bezugsgrößen für die Bewertung der Relation von Organgewicht zu Körpergewicht dienten: Nettokörpergewicht I (= Bruttokörpergewicht minus Gewicht von Magen-, Darm- und Blaseninhalt), Nettokörpergewicht II (= Nettokörpergewicht I minus Gewicht von Haut- und Eingeweidefett) und Nettokörpergewicht III (= Gewicht des abgehäuteten exentierten Körpers plus Gehirngewicht).

Die Mittelwerte der drei Nettokörpergewichte ließen keinen sicheren Unterschied zwischen den Geschlechtern erkennen. Der Gesamtfettanteil — bezogen auf Nettokörpergewicht III — lag bei den weiblichen Rötelmäusen gesichert höher als bei den männlichen Individuen.

Das durchschnittliche Hirngewicht der männlichen Individuen unserer Stichprobe liegt mit 0,579 g höher als das der Weibchen mit 0,559 g. Eine statistische Auswertung der Allometriedaten für das Hirn unterblieb, da nach ZEJDA (1965) das Körpergewicht der Rötelmaus mehr durch den Zustand der Geschlechtsaktivität als durch das Alter bestimmt wird und das Körpergewicht als Bezugsgröße für einen Vergleich der Hirngewichte ungeeignet erscheint. Das relative Hirngewicht von *Clethrionomys glareolus* ähnelt dem von *Apodemus sylvaticus* und übertrifft die Werte vergleichbarer Individuen der Haus- und Albinomäuse.

Die Herzexponenten sind für beide Geschlechter nur zufällig verschieden und liegen mit $a = 1,06$ für ♂♂ bzw. $a = 0,99$ für ♀♀ relativ hoch. Ähnlich hohe Herzexponenten finden FRICK (1962) für gravide Albinomäuse und ZEHNER (1967) für im Freigehege gehaltene Albinomäuse. Auch für den Herzkoeffizienten läßt sich kein eindeutiger Geschlechtsunterschied finden. Die relativen Herzgewichte liegen niedriger als bei *Apodemus sylvaticus* und sind den für *Mus musculus* angegebenen Werten recht ähnlich.

Die Allometrieexponenten für die Lunge (und die zugehörigen Organkoeffizienten) sind für Männchen und Weibchen (♂♂ $a = 1,135$, ♀♀ $a = 1,172$) nicht verschieden. Sie liegen deutlich höher als bei den bisher untersuchten Murinae. Die relativen Lungengewichte entsprechen den für *Mus musculus* veröffentlichten. Die Allometrieexponenten der Leber sind für männliche und weibliche Rötelmäuse unserer Stichprobe gesichert verschieden. Schwere Rötelmausmännchen besitzen eine leichtere Leber als Weibchen von gleichem Körpergewicht. Die Leberexponenten von *Clethrionomys glareolus* ähneln für beide Geschlechter den entsprechenden Werten bei Hausmäusen, sind aber gesichert höher als die Werte für Wald- und Albinomäuse.

Einen Geschlechtsunterschied zugunsten der männlichen Tiere für den Allometrieexponenten der Nieren, wie er für Haus- und Albinomaus angegeben wird, finden wir bei unserem Material nicht ($\sigma^3 a = 0,964$, $\sigma^2 a = 0,960$). Auch die Organkoeffizienten sind nicht überzufällig verschieden. Das relative Nierengewicht weiblicher Rötelmäuse ist nur geringfügig höher als das der weiblichen Albinomaus und bleibt ganz deutlich unter den für *Apodemus sylvaticus* und *Mus musculus* ermittelten relativen Nierengewichten.

Summary

120 male and 91 female bank-voles (*Clethrionomys glareolus*) have been caught alive in a mixed forest area of the Taunus Mountains between July and October 1963. Body weight and organ weights of these voles are recorded.

The two sexes do not differ in body net weight, however the average brain weight of the males is higher (0.579 g) than that of the females (0.559 g). The allometric index of the heart differs incidentally only in the two sexes, it is relatively high ($a = 1.06$ for the males, $a = 0.99$ for the females). The indexes for the lungs (males $a = 1.335$, females $a = 1.172$) and kidneys (males $a = 0.964$, females $a = 0.960$) do not differ in the two sexes. However, there is a difference of the allometric index of the liver (males $a = 1.38$, females $a = 1.77$). The heavier male bank-voles have a relatively lighter liver than females of the same body weight.

Literatur

- ADAMCZEWSKA, K. A. (1961): Intensity of reproduction of the *Apodemus flavicollis* (Melchior, 1834) during the period 1954—1959. *Acta theriologica* 5, 1—21.
- BERTALANFFY, L. VON, and PIROZYNSKI, W. J. (1952): Ontogenetic and evolutionary allometry. *Evolution* 6, 387—392.
- BRODY, S. (1945): Bioenergetics and growth. New York.
- CHITTY, H., and D. (1960): Body weight in relation to population phase in *Microtus agrestis*. Symposium theriologicum Brno 1960, 77—86.
- CLASS, I. (1961): Der Einfluß vermehrter körperlicher Tätigkeit auf die Organgewichte von Albinomäusen. Quantitative Untersuchungen an dem erbreinen Stamm „Agnes Bluhm“. II. Mitteilung. *Z. Anat.* 122, 251—265.
- CROWCROFT, P., and ROWE, F. (1961): The weight of wild house mice (*Mus musculus* L.) living in confined colonies. *Proc. Zool. Soc. London* 136, 177—185.
- DAVIS, D. E. (1949): The weight of wild brown rats at sexual maturity. *J. Mamm.* 30, 125—130.
- FRICK, H. (1957 a): Betrachtungen über die Beziehungen zwischen Körpergewicht und Organgewicht. *Z. Säugetierkunde* 22, 193—207.
- (1957 b): Quantitative Untersuchungen an äthiopischen Säugetieren. (I. Absolute und relative Gewichte von Herz, Leber, Milz und Nieren.) *Anat. Anz.* 104, 305—333.
- (1958): Betrachtungen zum allometrischen Wachstum einiger Nagetiere. *Verh. Dtsch. Zool. Ges., Frankfurt* 1958, 308—314.
- (1962): Über den Einfluß der Gravidität auf die Gewichte innerer Organe. *Verh. Anat. Ges.*, 58. Vers. Genua 1962, 247—257.
- HARDE, K. W. (1954/55): Die Organproportionierung bei zwei Mäusezuchtstämmen mit sehr verschiedener Körpergröße. *Zool. Jb., Abt. allg. Zool.* 65, 439—458.
- HATAI, S. (1913/14): On the weights of the abdominal and the thoracic viscera, the sex glands, ductless glands, and the eyeballs of the albino rat (*Mus norvegicus albinus*) according to the body weight. *Amer. J. Anat.* 15, 87—119.
- HERRE, W. (1955): Fragen und Ergebnisse der Domestikationsforschung nach Untersuchungen am Hirn. *Verh. Dtsch. Zool. Ges., Erlangen* 1955, 144—214.
- HESSE, R. (1921): Das Herzgewicht der Wirbeltiere. *Zool. Jb., Abt. allg. Zool.* 38, 243—364.
- HRADIL, F., WILDT, S., and SÝKORA, J. (1966): Veränderungen des Körper- und Organgewichtes der Wistarratte während der postnatalen Entwicklung. II. *Zschr. Versuchstierkde.* 8, 287—299.
- IMBRIE, J. (1956): Biometrical methods in the study of invertebrate fossils. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 108, 211—252.
- JACKSON, C. M. (1913/14): Postnatal growth and variability of the body and the various organs in the albino rat. *Amer. J. Anat.* 15, 1—68.
- KERMACK, K. A. (1954): A biometrical study of *Micraster coranguinum* and *M. (Isomicraster) senonensis*. *Phil. Trans. Roy. Soc. London, ser. B.* 237, 375—428.
- KERMACK, K. A., and HALDANE, J. B. S. (1950): Organic correlation and allometry. *Bio-metrica* 37, 30—41.

- KLATT, B. (1919): Zur Methodik vergleichender metrischer Untersuchungen, besonders des Herzgewichtes. Biol. Zbl. 39, 406—421.
- (1921): Studien zum Domestikationsproblem. I. Untersuchungen am Hirn. Bibl. genet. 2, 1—180.
- KLATT, B., und VORSTEHER H. (1923): Studien zum Domestikationsproblem. II. Bibl. genet. 6, 1—166.
- KLEMMT, L. (1960): Quantitative Untersuchungen an *Apodemus sylvaticus* (Linnaeus, 1758). (Absolute und relative Gewichte von Gehirn, Herz, Lunge, Leber, Milz, Nieren und Hoden.) Zool. Anz. 165, 249—275.
- KOPEĆ, S. (1939): Geschlechtsunterschiede, Asymmetrien und Variabilität der Gewichte der inneren Organe und einiger Knochen bei 252 Tage alten Mäusen. Zool. Jb., Abt. allg. Zool. 59, 73—88.
- MACKEY, L., and MACKEY, E. (1927/28): Factors which determine renal weight. Amer. J. Physiol. 83, 179—201.
- MOLL, R. (1967): Über den Einfluß extremer Fleischernährung auf die Organgewichte weiblicher Albinomäuse. (Quantitative Untersuchungen an dem Zuchtstamm „Agnes Bluhm“. V.) Zool. Anz. 178, 18—33.
- MÜLLER, W. (1883): Die Massenverhältnisse des menschlichen Herzens. Hamburg und Leipzig.
- NORD, H. J. (1963): Quantitative Untersuchungen an *Mus musculus domesticus* Ruty, 1772. (Absolute und relative Gewichte von Gehirn, Herz, Lunge, Leber, Milz, Nieren und Hoden.) Zool. Anz. 170, 311—335.
- REID, J. (1843): On the measurements of the heart. Tables on the weights of some of the most important organs of the body at different periods of life. Physiological, anatomical and pathological researches. London 1843 (zit. nach W. MÜLLER, 1883).
- RENSCH, B. (1948): Organproportionen und Körpergröße bei Säugetieren und Vögeln. Zool. Jb., Abt. allg. Zool. 61, 337—412.
- ROBINSON, B. (1748): A dissertation on the food and discharge of human bodies. London 1748 (zit. nach W. MÜLLER, 1883).
- RÖHRS, M. (1959): Neue Ergebnisse und Probleme der Allometrieforschung Zschr. wiss. Zool. 162, 1—95.
- ROTHE, H. (1934): Die Größe des Herzens und einiger anderer Organe (Leber, Milz, Nieren) bei der grauen und weißen Hausmaus. Zool. Anz. 105, 281—286.
- SCHIRMER, G. (1967): Über den Einfluß erhöhter Umgebungstemperatur auf die Organgewichte weiblicher Albinomäuse. (Quantitative Untersuchungen an dem Zuchtstamm „Agnes Bluhm“. III.) Zool. Anz. 178, 155—174.
- SEELIGER, H. (1960): Quantitative Untersuchungen an Albinomäusen (erbreiner Stamm „Agnes Bluhm“). (Absolute und relative Gewichte von Gehirn, Herz, Lunge, Leber, Milz, Nieren und Hoden). Anat. Anz. 109, 51—73.
- ŠÝKORA, J., WILDT, S., und HRADIL, F. (1965): Veränderungen des Körper- und Organgewichtes der Wistaratte während der postnatalen Entwicklung. I. Zschr. Versuchstierkde. 7, 23—34.
- WARREN, F. L. (1940/41): Relative kidney weights of male and female mice. Nature (Lond.) 146, 367.
- WETTE, R. (1959): Regressions- und Kausalanalyse in der Biologie. Metrika 2, 131—137.
- WILDT, S., ŠÝKORA, J., und HRADIL, F. (1966): Veränderungen des Körper- und Organgewichtes der Wistaratte während der postnatalen Entwicklung. III. Zschr. Versuchstierkde. 8, 357—371.
- ZEHNER, I. (1967): Über den Einfluß veränderter Umwelt (Freigehege) auf das Herzgewicht der Albinomäuse. (Quantitative Untersuchungen an dem Zuchtstamm „Agnes Bluhm“. IV.) Zool. Anz. 178, 1—18.
- ZEJDA, J. (1965): Das Gewicht, das Alter und die Geschlechtsaktivität bei der Röteldmaus (*Clethrionomys glareolus* [Schreb.]). Zschr. Säugetierkde. 30, 1—9.
- ZIMMERMANN, K. (1950): Die Randformen der mitteleuropäischen Wühlmäuse. Syllegomena Biologica, Festschr. z. 80. Geburtstage v. O. KLEINSCHMIDT. Leipzig, 454—471.

Anschrift des Verfassers: Dr. P. LÖBMANN, Anatomisches Institut, 6 Frankfurt, Ludwig-Rehn-Straße 14